



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07219204 A**

(43) Date of publication of application: 18 . 08 . 95

(51) Int. Cl. **G03F 1/08**
G03F 7/20
H01L 21/027

(21) Application number: 06008790

(22) Date of filing: 28 . 01 . 94

(71) Applicant: HOYA CORP

(72) Inventor: **KITAHARA FUMIO**
OKUBO YASUSHI

(54) **HALFTONE TYPE PHASE SHIFT MASK AND ITS PRODUCTION AND PATTERN TRANSFER METHOD**

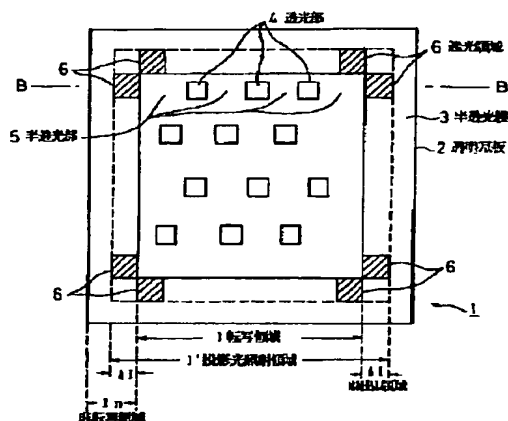
resolution_threshold,

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(57) Abstract: .

PURPOSE: To provide a halftone type phase shift mask capable of preventing a possibility of generation of defects by double exposure while minimizing a range where light shielding regions consisting of many very small light transmissive parts are formed and a process for producing this mask and a pattern transfer method using the halftone phase shift mask.

CONSTITUTION: The inside of projecting regions ΔI which are nontransfer regions adjacent to the boundaries between a transfer region I having an approximately square shape and the nontransfer regions ΔI around this transfer region I is composed of light translucent parts which allow transmission of exposing light of the intensity substantially not contributing to exposing. In addition, the parts in contact with one side each of square four corners partitioning the contours of the transfer region I within the projecting regions ΔI are provided respectively with one piece each of the approximately square light shielding parts 6 formed by providing the light translucent parts with the many very small light transmissive parts of a size below the



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-219204

(43) 公開日 平成7年(1995)8月18日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08	A			
7/20	5 2 1			
H 0 1 L 21/027				
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	5 0 2 P
		7352-4M		5 1 4 C
審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 10 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平6-8790

(22) 出願日 平成6年(1994)1月28日

(71) 出願人 000113263

ホーヤ株式会社

東京都新宿区中落合2丁目7番5号

(72) 発明者 北原 文雄

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

(72) 発明者 大久保 靖

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

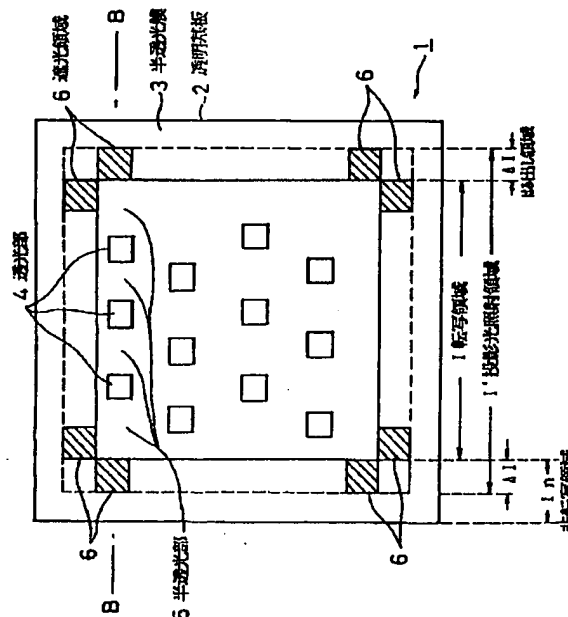
(74) 代理人 弁理士 阿仁屋 節雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 ハーフトーン型位相シフトマスク及びその製造方法並びにパターン転写方法

(57) 【要約】

【目的】 多数の微小透光部からなる遮光領域の形成範囲を最少限に押さえつつ重ね露光による欠陥の発生のおそれを防止できるハーフトーン型位相シフトマスク及びその製造方法並びに該ハーフトーン型位相シフトマスクを用いたパターン転写方法を提供する。

【構成】 略正方形形状をなした転写領域 I と該転写領域 I の周辺の非転写領域 I_n との境界に隣接する非転写領域であるはみだし領域 Δ I 内を実質的に露光に寄与しない強度の露光光を透過させる半透光部で構成し、かつ、該はみだし領域 Δ I 内であって転写領域 I の輪郭を仕切る正方形の4隅の各一辺に接する部位に、半透光部に解像限界以下の大きさの多数の微小透光部を設けて構成した略正方形形状の遮光部 6 をそれぞれ1個ずつ設けた。



Express Mail #EL719795338US

【特許請求の範囲】

【請求項1】 微細パターン転写用のマスクであって、透明基板上の転写領域に形成するマスクパターンを、実質的に露光に寄与する強度の露光光を透過させる透光部と実質的に露光に寄与しない強度の露光光を透過させる半透光部とで構成し、かつこの半透光部を通過する光の位相をシフトさせて該半透光部を通過した光の位相と前記透光部を通過した光の位相とを異ならしめることにより、前記透光部と半透光部との境界近傍を通過した光が互いに打ち消し合うようにして境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたハーフトーン型位相シフトマスクであって、

前記転写領域と該転写領域の周辺の非転写領域との境界に隣接する非転写領域を実質的に露光に寄与しない強度の露光光を透過させる半透光部で構成し、かつ、前記転写領域に隣接する非転写領域の半透光部に、解像限界以下の微小透光部を多数配列することにより露光光を遮光させる遮光領域を設けたハーフトーン型位相シフトマスクにおいて、

このハーフトーン型位相シフトマスクを用い、かつ、該ハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域には確実に投影光が照射されるがその周辺の非転写領域にはできるだけ投影光が照射されないように可能な限り投影光の照射範囲を規制する開口領域を有するアパーチャーを用いて被転写体上に転写位置を変えながら繰返し投影露光を行うことにより、該ハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域の像が被転写体上に互いの境界が近接するようにして次々と形成されるようにした場合において、前記ハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域の像を転写像とし、前記開口領域を通過して転写領域からはみだして投影光が照射される可能性のある非転写領域をはみ出し領域とし、このはみ出し領域の被転写体上の像をはみ出し像とそれぞれしたとき、

互いに隣接する転写像とはみ出し像が重なることによって実質的に露光に寄与する露光量に達する可能性のあるはみ出し領域又は該はみ出し領域とその近傍の領域のみに前記遮光領域を設けるようにしたことを特徴とするハーフトーン型位相シフトマスク。

【請求項2】 微細パターン転写用のマスクであって、透明基板上の転写領域に形成するマスクパターンを、実質的に露光に寄与する強度の露光光を透過させる透光部と実質的に露光に寄与しない強度の露光光を透過させる半透光部とで構成し、かつこの半透光部を通過する光の位相をシフトさせて該半透光部を通過した光の位相と前記透光部を通過した光の位相とを異ならしめることにより、前記透光部と半透光部との境界近傍を通過した光が互いに打ち消し合うようにして境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたハーフトーン型位相シフトマスクであって、

前記転写領域と該転写領域の周辺の非転写領域との境界

に隣接する非転写領域を実質的に露光に寄与しない強度の露光光を透過させる半透光部で構成し、かつ、前記転写領域に隣接する非転写領域の半透光部に、解像限界以下の微小透光部を多数配列することにより露光光を遮光させる遮光領域を設けたハーフトーン型位相シフトマスクにおいて、

前記転写領域を仕切る形状が長方形又は正方形であって、前記遮光領域をこの長方形または正方形の各角部の近傍に設けたことを特徴とするハーフトーン型位相シフトマスク。

【請求項3】 請求項1又は2に記載のハーフトーン型位相シフトマスクを製造するハーフトーン型位相シフトマスクの製造方法において、

透明基板上に形成された半透光膜上にレジストを形成し、

次に、前記レジストに対して転写領域にマスクパターンを形成するとともに前記はみ出し領域又は該はみ出し領域とその近傍の領域に遮光領域を形成するためのパターン露光を施し、現像してレジストパターンを形成し、

次に、前記レジストパターンをマスクにして半透光膜をエッチングすることにより、転写領域にマスクパターンが形成され、かつ、前記はみ出し領域又は該はみ出し領域とその近傍の領域に遮光領域が形成されたハーフトーン型位相シフトマスクを得ることを特徴としたハーフトーン型位相シフトマスクの製造方法。

【請求項4】 請求項1又は2に記載のハーフトーン型位相シフトマスクを用い、ステップアンドリピート方式を用いて、被転写体上に転写位置を変えながら繰返し投影露光を行うことにより、該ハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域の像が被転写体上に互いの境界が近接して次々と形成されるようにして、被転写体にマスクパターンを多数転写することを特徴としたパターン転写方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、マスクを通過する露光光間に位相差を与えることにより、転写パターンの解像度を向上できるようにした位相シフトマスクであって、遮光部を実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させると同時に透過光の位相をずらす半透光膜で構成し、この遮光部と透光部との境界部近傍を通過した光が互いに打ち消しあうようにして境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたいわゆるハーフトーン型位相シフトマスク及びその製造方法並びに該ハーフトーン型位相シフトマスクを用いたパターン転写方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体LSI製造などにおいては、微細パターン転写のマスクたるフォトリソマスクの1つとして位相シフトマスクが用いられる。この位相シフトマスクは、マスクを通過する露光光間に位相差を与えることに

より、転写パターンの解像度を向上できるようにしたものである。この位相シフトマスクの1つに、特に、単一のホール、ドットまたはライン、スペース等の孤立したパターン転写に適したものとして、特開平4-136854号公報に記載の位相シフトマスクが知られている。

【0003】図7は特開平4-136854号公報に記載の位相シフトマスクの断面図、図8は図7におけるA矢視図である。これらの図に示されるように、この公報記載の位相シフトマスク31は、透明基板32上に実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させると同時に通過する光の位相をシフトさせる半透光膜33を形成し、次いで、該透明基板32の中央部の転写領域1に、前記半透光膜33の一部を選択的に除去することにより、実質的に露光に寄与する強度の光を透過させる透光部34と実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させる半透光部35とで構成するマスクパターンを形成したものである。そして、この位相シフトマスク31は、半透光部35を通過する光の位相をシフトさせて該半透光部35を通過した光の位相が上記透光部34を通過した光の位相に対して実質的に反転する関係になるようにすることにより、前記透光部34と半透光部35との境界近傍を通過して回折により回り込んだ光が互いに打ち消しあうようにして境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたものである。このタイプの位相シフトマスクは、いわゆるハーフトーン型位相シフトマスクと俗称されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、この位相シフトマスクは、通常、半導体製造に用いられる露光装置である縮小投影露光装置（ステッパ）のマスク（レティクル）として用いられる。このステッパは、レティクルを露光光で投影して得られる投影像を投影レンズで縮小し、被転写体である半導体ウエハ上に結像させて縮小投影露光を行うものである。この縮小投影露光は、通常、1枚の半導体ウエハ上の異なる位置に同一のレティクルのパターンを繰り返し転写して露光し、1枚のウエハから多数の半導体チップを得るものである。このため、このステッパを用いてパターン転写を行うときは、図7に示されるように、ステッパに備えられた被覆部材（アパーチャー）37によって位相シフトマスク31（レティクル）の転写領域1のみを露出させるように周縁領域を被覆して露光を行う。

【0005】しかしながら、このアパーチャー37は、精度よく（例えば1 μ m以下の精度）転写領域のみを露出させるように設置することは機械精度的に難しく、多くの場合、露出部（照射領域）が転写領域の外周周辺の非転写領域にはみ出してしまふ。また、アパーチャーが仮に高精度であってはみ出し部がない場合であっても、アパーチャーと被転写体との間に距離があることから露光光が回折して非転写領域に達する。

【0006】このように、アパーチャー37が本来の転写領域よりも広い範囲に露光光を通過させた場合、次の問題のあることがわかった。すなわち、ハーフトーン型位相シフトマスク31は、通常、非転写領域に実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させる半透光膜33が形成されている。このため、上述のように、アパーチャー37が本来の転写領域よりも広い範囲に露光光を通過させると、このはみ出した部分（はみ出し領域）で実質的に露光に寄与しない強度の光による露光（転写像の形成）がなされる。勿論、このはみ出し部分があっても1回の露光では何等問題は生じない。しかし、このはみ出して露光された部分（はみ出し露光部＝はみ出し像）が転写領域に重なったり、あるいは、次の露光の際に同様にはみ出して露光された部分と重なる場合が生じ、この重ね露光によって、1回の露光では実質的に露光に寄与しない露光量であっても、それらが加算されて露光に寄与する量に達する場合がある。したがって、これにより、本来は露光されるべきでない領域に結果的に露光が施されたと同様のことが起こり、欠陥が発生する。以下、この点を具体的に説明する。

【0007】図9ははみ出し露光部が重なる現象を示す説明図である。この図9では説明を簡単にするために露光対象たるレジストを塗布したウエハ（被転写体）上に隣接して4個の転写を行った場合を想定したものであって、実線で囲まれる領域E11、E12、E13、E14が転写領域であり、それぞれの転写領域の外側の点線で囲まれる部分がはみ出し部 Δ E11、 Δ E12、 Δ E13、 Δ E14である。上記各転写領域の寸法（縦及び横）はI、実際のアパーチャーの光通過孔の寸法（縦及び横）はI'、はみ出し部の寸法（幅）は Δ Iである。なお、転写領域E11、E12、E13、E14の相互位置関係は、ステッパのX-Yステージ等によって正確に隣合わせになるようにに設定される。また、図9では説明をわかり易くするために、はみ出し部 Δ E11、 Δ E12、 Δ E13、 Δ E14を拡大して示してある。

【0008】図9から明らかなように、はみ出し部 Δ E11、 Δ E12、 Δ E13、 Δ E14は、転写領域E11、E12、E13、E14に重なる部分や、これにさらに相互にも重なる部分が生ずる。これら重なり部分をそれぞれ δ E112、 δ E124、 δ E134、 δ E113、 δ E11234、 δ E12134、 δ E13124、 δ E14123とすると、転写領域内の重なり部分及び領域 δ E112、 δ E124、 δ E134、 δ E113の露光回数は共に2回であるが、重なり部分 δ E11234、 δ E12134、 δ E13124、 δ E14123は4回となる。いま、半透光膜32の光強度透過率を7%とすると、2回露光の部分には光透過率14%の膜を通過した場合と同じ量の露光が、さらに、4回露光の部分には光透過率28%の膜を通過した場合と同じ量の露光がそれぞれ行われることになる。このため、これら重なり部分では、プロセス条件によっては実質的に露光に寄与す

る強度に達する露光が行われる場合が生ずる。その結果、この露光を行った後、レジストを現像し、所定のエッチング等をしてパターンを形成したウエハには、本来は形成すべきでない部分に不要なパターンが形成されることになり、パターン欠陥が発生してしまうことになる。

【0009】この問題を解決するために、転写領域と非転写領域との境界に隣接する非転写領域に遮光部を設け、転写領域と非転写領域との境界部における露光光のもれを低減する技術が知られている。例えば、第54回 10 応用物理学学会学術講演会予稿集28a-SHF-21

(1993年)には、転写領域と非転写領域との境界に隣接する非転写領域の半透光膜に、露光光の解像限界以下の微小透光部をリソグラフィ法によって多数形成することにより、該マスク周辺部における露光光の透過率を低減する技術が開示されている。すなわち、半透光膜に解像限界以下の多数の微小透光部を設け、その半透光部と微小透光部との面積比率 $W=\sqrt{T}$ (T :透過率)とすることにより露光光を照射したときにその多数の微小透光部を設けたマスク周辺部は遮光され、マスク周辺部の露光光のもれを防止することができる(図10参照)。この方法によれば、非転写領域における露光光の解像限界以下の微小透光部の形成を、転写領域におけるマスクパターンの形成と同じ工程で行うことができるため、例えば転写領域に周辺部に遮光性膜を選択的に設けるなどの方法に比べ、工程を増加させることがなく、転写領域と非転写領域との境界に隣接する非転写領域を遮光することができるという利点がある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のように周辺部全域に遮光部を設けた場合、周辺部において発生するピンホール等の欠陥を検出することは不可能であった。すなわち、基板上に半透光膜が形成された位相シフトマスクブランクの上に、通常のリソグラフィ法を用いて、マスクパターン及び転写領域の周辺部の多数の遮光部のパターンニングを同時に行うときに、ゴミの付着などの原因から半透光膜にピンホール等の欠陥が発生する場合がある。しかしながら、上述のような転写領域の周辺部に多数の微小透光部が形成されると、この部分におけるピンホール等の欠陥の検出が困難であるという問題点があった。そして、このピンホールが解像限界以上の大きさである場合、非転写基板上的レジストに不要なパターンを形成してしまい、またピンホールがレジスト解像限界以下の大きさである場合も、前記微小透光部がつながってレジスト解像限界以上の透光部を形成してしまう可能性が高く、同様の問題点が発生する。転写領域に隣接する非転写領域は、すでに説明したようにステッパーにて転写する際に互いに隣り合うウエハ露光エリアからはみ出してしまいうため、この領域におけるピンホールの発生は、ウエハ露光エリアへの不要なパターン 50

の発生に繋がる。したがって、実際問題として、全ての重なり部分を遮光するために設けた多数の微小透光部によって欠陥発生の可能性が高くなってしまい、特に、2回重なり部分に設けた多数の微小透光部は、遮光することによる被転写基板へのパターン欠陥の防止効果よりも、マスクにピンホール等の欠陥が発生することによる被転写基板へのパターン欠陥発生危険性のほうが高くなるおそれがあり、その結果マスクの信頼性を損ねてしまうおそれがあるという問題点があった。

【0011】また、電子線描画装置にパターンデータ及びそのパターンデータの配置データを記憶させ、パターン描画を自動処理させる際に、上記のように、転写領域の周辺部全域に多数の微小透光部からなる遮光部を形成する場合、パターンデータ数が膨大になり、描画に通常長い時間を要する。さらに、異なるサイズの転写領域を有するマスクを製造する際、その転写領域のサイズに合わせてパターンデータを作製する必要があり、データ処理の負荷が増すという問題点もあった。

【0012】本発明は上記問題点を解決するためになされたものであり、多数の微小透光部からなる遮光領域の形成範囲を最少限に押さえつつ重ね露光による欠陥の発生のおそれを防止できるハーフトーン型位相シフトマスク及びその製造方法並びに該ハーフトーン型位相シフトマスクを用いたパターン転写方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するために本発明にかかるハーフトーン型位相シフトマスクは、

(構成1) 微細パターン転写用のマスクであって、透明基板上の転写領域に形成するマスクパターンを、実質的に露光に寄与する強度の露光光を透過させる透光部と実質的に露光に寄与しない強度の露光光を透過させる半透光部とで構成し、かつこの半透光部を通過する光の位相をシフトさせて該半透光部を通過した光の位相と前記透光部を通過した光の位相とを異ならしめることにより、前記透光部と半透光部との境界近傍を通過した光が互いに打ち消し合うようにして境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたハーフトーン型位相シフトマスクであって、前記転写領域と該転写領域の周辺の非転写領域との境界に隣接する非転写領域を実質的に露光に寄与しない強度の露光光を透過させる半透光部で構成し、かつ、前記転写領域に隣接する非転写領域の半透光部に、解像限界以下の微小透光部を多数配列することにより露光光を遮光させる遮光領域を設けたハーフトーン型位相シフトマスクにおいて、このハーフトーン型位相シフトマスクを用い、かつ、該ハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域には確実に投影光が照射されるがその周辺の非転写領域にはできるだけ投影光が照射されないように可能なかぎり投影光の照射範囲を規制する開口

領域を有するアパーチャーを用いて被転写体上に転写位置を変えながら繰返し投影露光を行うことにより、該ハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域の像が被転写体上に互いの境界が近接するようにして次々と形成されるようにした場合において、前記ハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域の像を転写像とし、前記開口領域を通過して転写領域からはみだして投影光が照射される可能性のある非転写領域をはみ出し領域とし、このはみ出し領域の被転写体上の像をはみ出し像とそれぞれしたとき、互いに隣接する転写像とはみ出し像が重なることによって実質的に露光に寄与する露光量に達する可能性のあるはみ出し領域又は該はみ出し領域とその近傍の領域のみに前記遮光領域を設けるようにしたことを特徴とする構成、及び、

(構成2) 微細パターン転写用のマスクであって、透明基板上の転写領域に形成するマスクパターンを、実質的に露光に寄与する強度の露光光を透過させる透光部と実質的に露光に寄与しない強度の露光光を透過させる半透光部とで構成し、かつこの半透光部を通過する光の位相をシフトさせて該半透光部を通過した光の位相と前記透光部を通過した光の位相とを異ならしめることにより、前記透光部と半透光部との境界近傍を通過した光が互いに打ち消し合うようにして境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたハーフトーン型位相シフトマスクであって、前記転写領域と該転写領域の周辺の非転写領域との境界に隣接する非転写領域を実質的に露光に寄与しない強度の露光光を透過させる半透光部で構成し、かつ、前記転写領域に隣接する非転写領域の半透光部に、解像限界以下の微小透光部を多数配列することにより露光光を遮光させる遮光領域を設けたハーフトーン型位相シフトマスクにおいて、前記転写領域を仕切る形状が長方形又は正方形であって、前記遮光領域をこの長方形または正方形の各角部の近傍に設けたことを特徴とする構成とした。

【0014】また、本発明にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造方法は、

(構成3) 構成1又は2のハーフトーン型位相シフトマスクを製造するハーフトーン型位相シフトマスクの製造方法において、透明基板上に形成された半透光膜上にレジストを形成し、次に、前記レジストに対して転写領域にマスクパターンを形成するとともに前記はみ出し領域又は該はみ出し領域とその近傍の領域に遮光領域を形成するためのパターン露光を施し、現像してレジストパターンを形成し、次に、前記レジストパターンをマスクにして半透光膜をエッチングすることにより、転写領域にマスクパターンが形成され、かつ、前記はみ出し領域又は該はみ出し領域とその近傍の領域に遮光領域が形成されたハーフトーン型位相シフトマスクを得ることを特徴とした構成とした。

【0015】さらに、本発明にかかるパターン転写方法

法は、

(構成4) 構成1又は2のハーフトーン型位相シフトマスクを用い、ステップアンドリピート方式を用いて、被転写体上に転写位置を変えながら繰返し投影露光を行うことにより、該ハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域の像が被転写体上に互いの境界が近接して次々と形成されるようにして、被転写体にマスクパターンを多数転写することを特徴とした構成としたものである。

【0016】

【作用】上述の構成1及び2によれば、互いに隣接する転写像のはみ出し像が重なることによって実質的に露光に寄与する露光量に達する可能性のあるはみ出し領域又は該はみ出し領域とその近傍の領域のみに前記遮光領域を設けるようにしたことにより、実際に最もパターン欠陥の原因となる部分であるはみ出し像の重なりが例えば4回の部分については実質的な露光回数を2回以下、すなわち、実際のパターン転写にほとんど影響がないレベルにとどめることができ、重ね露光によって被転写パターンにパターン欠陥が発生することを実質的に防止することができる。また、これにより、遮光領域の形成範囲を最少限に押さえることができるから、それ以外の非転写領域における欠陥検査を行うことができ、欠陥保証に対する信頼性を向上させることができる。したがって、結果的に被転写体に不要なパターンを形成する可能性を低減することができる。

【0017】また、構成2によれば、マスクパターンの形成と遮光領域の形成を一工程で行うことができ、工程の簡略化が可能である。

【0018】さらに、構成3によれば、被転写基板への不要なパターン転写を防止した優れた転写が可能である。

【0019】

【実施例】図1は本発明の一実施例にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの平面図、図2は遮光領域6の部分拡大図、図3は図1におけるB-B線における断面図、図4は一実施例にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図、図5は一実施例のハーフトーン型位相シフトマスクを使用して繰返し転写した際の互いに隣接する転写像のはみ出し像が重なる様子の説明図である。以下、これらの図を参照しながら一実施例を説明する。

【0020】図1及び図2において、符号1はハーフトーン型位相シフトマスク、符号2は透明基板、符号3は半透光膜、符号4は透光部、符号5は半透光部、符号6は遮光領域である。

【0021】ハーフトーン型位相シフトマスク1は、透明基板2の全面に半透光膜3を形成し、透明基板2の中央部の正形状をなしたマスクパターン転写領域I内に、この半透光膜3の一部を除去して透光部4と半透光部5とで構成するホールあるいはスペース等のマスクパ

ターンを形成したものである。そして、透明基板2上の外周周辺に残された半透光膜3の上であって、マスクパターン転写領域1と、該転写領域以外の非転写領域1nとの境界に隣接する非転写領域の特定の領域のみに、所定以上の大きさを有する遮光領域6を形成したものである。なお、半透光膜3は実質的に露光に寄与しない強度の光を透過する光透過特性と、この透過光の位相を所定量ずらす位相シフト特性との双方の特性を兼ね備えた膜であり、本実施例はこの特性を単層の膜で実現するハーフトーン型位相シフトマスクの例である。

【0022】透明基板2は、主表面を鏡面研磨した石英ガラス基板（寸法：縦6インチ×横6インチ×厚さ0.25インチ）である。

【0023】半透光膜3は、膜厚130nmの酸化Cr膜であり、波長365nmの露光光に対する透過率が7%である。また、同波長の露光光の位相を180°シフトさせる。

【0024】また、遮光領域6は、図2にその拡大図を示したように、半透光膜3に、ホール状の微小透光部61（ホールサイズ1μm）を一定の間隔において（ホールピッチ2.2μm）多数形成したホールアレイがパターンニングされた2mm角のブロックであり、微小透光部61と微小半透光部62とが交互に配列されたものであって、互いに隣り合う部分を通して光波の位相が反転していることから、回折と干渉の作用によって結果的に光を遮断する作用をなすものである。この遮光領域6は、透明基板2上の中央部の転写領域1（10cm×10cm）の正方形の4隅の各一辺に接する部位に、2mm角のブロックをそれぞれ1個ずつ設け、合計8ブロック配置したものである（図1参照）。

【0025】この構成のハーフトーン型位相シフトマスク1は以下のようにして製造することができる。

【0026】まず、透明基板2上に、クロムをターゲットとし、スパッタガスにAr+O₂を用いたスパッタリング法により、膜厚が130nmの酸化クロムからなる半透光膜3を形成する（図4（a）参照）。次に、ポジ型電子線レジスト（ZEP-520：日本ゼオン社製）を塗布して膜厚600nmのレジスト膜8aを形成し、ベークした後、透明基板2上の転写領域1内におけるレジストに所望のマスクパターンの電子線描画を施し、さらに1μm角のパターンが2.2μmのピッチで配列した2mm角のブロックを転写領域1の角部に隣接する非転写領域1nに角部ごとに2箇所ずつ、計8箇所描画する（図4（b）参照）。このときのブロックの配置は、各角部において、転写領域1の頂点から2mm間での各辺に隣接するように配置される。次に、所定の現像液でレジスト液を現像し、レジストパターン8を形成する（図4（c））。

【0027】次に、レジストパターン8をマスクにして、半透光膜3aを所定のエッチング液によりエッチン

グし（図4（d）参照）、レジストを剥離して、ハーフトーン型位相シフトマスク1を得る（図4（e）参照）。

【0028】上述の構成のハーフトーン型位相シフトマスク1によれば、半透光部5の透過率が7%であるので、この半透光部5において実質的に露光に寄与しない強度の光を通過させる。また、半透光部5は、通過する光の位相を180°シフトさせる位相シフト機能を担っている。したがって、この一実施例のハーフトーン型位相シフトマスク1を用いてパターン転写を行うと、透光部4と半透光部5との境界部近傍を通過して回折によって回り込んだ光が互いに打ち消し合い、境界部のコントラストを良好に保持できるから、高解像度の露光が可能となる。

【0029】また、いま、このハーフトーン型位相シフトマスク1をレティクルとしてステッパーに装着して繰り返しパターン転写を行う場合において、図1及び図3に示されるように、ステッパーのアーチャー7の開口領域がレティクルたるハーフトーン型位相シフトマスク1の転写領域1より大きいために、アーチャーを7を通過した投影光の照射領域1'が非転写領域にはみ出して照射されるはみ出し領域Δ1が生じている場合を考える。そうすると、被転写体上には、このはみ出し領域Δ1による像であるはみ出し像が形成される。

【0030】図5は、説明を簡単にするために、被転写体上に転写像が互いに左右・上下に近接して4個形成される場合において、互いに隣接する転写像のはみ出し像によって重なり露光が生ずる様子を模式的に示したものである。

【0031】図5において、4個の転写像は、それぞれA、B、C、Dの露光操作によって転写したものであり、実線で囲まれる領域E11、E12、E13、E14が転写像であり、それぞれの転写像の外側の点線で囲まれる部分がはみ出し像である。図5に示されるように、はみ出し像及び転写像が重なって形成されるトータル回数は、図の領域E112、E113、E124、E134がそれぞれ2回であり、領域E114、E123がそれぞれ4回であるが、領域E114、E123が転写される部分のハーフトーン型位相シフトマスクには遮光領域6が設けられているので、露光の回数としては上記全ての領域で実質的に2回にとどまることになる。したがって、はみ出し像及び転写像の形成回数がそのまま露光の回数になっていた従来の場合（図9参照）のように、4回の重ね露光が行われることはない。

【0032】これにより、上記アーチャー7の光通過領域とハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域との間に多少のずれがあった場合にも、このずれに基づく露光の欠陥が生ずることを効果的に防止することができる。

【0033】さらに、本実施例においては、多数配列し

た微小透光部からなる遮光領域が、従来に比べて少ないので、欠陥発生率が少なく、また描画時間も低減することができる。

【0034】また、本実施例では、2mm角のブロックを配置することにより遮光領域を形成しているので、転写領域の大きさが異なるマスクに対しても、すでに遮光ブロックとして1度データを作製しておけば、そのデータによって得られるブロックの配置位置を変える操作を加えるだけで対応することができるので、簡単なデータ処理によって処理することが可能になる。

【0035】なお、上記実施例では遮光領域6の微小透光部61を1 μ m角とし、ピッチを2.2 μ mとして配列したが、これに限られるものではなく、微小半透光部62の面積 $\times \sqrt{T}$ =微小透光部61の面積(T:透過率)という関係を満たす配列関係であればどのようなものであってもよい。但し、例えば、上記実施例のように、半透光部の透過率が7%の場合で、ピッチを上記実施例と同様とした場合においては、(微小半透光部62の面積/微小透光部61の面積) $\times \sqrt{T}$ =0.7~1.3の関係を満たせばよい。また、微小透光部61として

上記実施例では、1 μ m角の正方形の場合を掲げたが、上記のような関係を満たすものであれば長方形等の他の形状であってもよい。

【0036】また、遮光領域6のブロックのサイズは2mm角に限らず、ステッパーのオーバーチャージの位置制御精度によって、適宜決定することができる。

【0037】さらに、上記一実施例では、遮光領域6を、転写領域Iの正方形の4隅の各一辺に接する部位に各1個設ける例を掲げたが、要するに、はみ出し像が重なった場合でも実質的な重ね露光が所定以上にならないような配置であればどのような配置であってもよい。すなわち、例えば、図6(a)、(b)又は(c)のような配置にしてもよい。特に、図6(c)の場合は、重ね露光をより少なくしてはみだし領域による実質的な露光を1回のみにとどめることができる。

【0038】また、上述の一実施例では、半透光膜に酸化Cr膜を用いたが、それ以外にもタングステンとシリコン及び酸素からなる単層膜、モリブデンとシリコン及び酸素からなる単層膜、タンタルとシリコン及び酸素からなる単層膜あるいは、これらに窒素及び/又は炭素を含ませたものであってもよい。

【0039】さらに、半透光膜を2層の膜すなわち、SOG膜等の高透過率膜と薄い金属膜等の低透過率膜とで構成し、低透過率膜としては、Cr膜あるいは、酸化クロムもしくは炭化クロムが含まれるものでもよく、あるいは、モリブデンシリサイド、タンタルシリサイド、タングステンシリサイドのうちの1又は2以上を含むもの、あるいは、これらに窒素及び/又は酸素を含ませたものであってもよい。

【0040】また、本実施例では、電子線描画によって

パターン露光を行ったが、レーザ描画又はその他露光方法を用いてもよい。

【0041】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明は、転写領域と該転写領域の周辺的非転写領域との境界に隣接する非転写領域を実質的に露光に寄与しない強度の露光光を透過させる半透光部で構成し、かつ、転写領域に隣接する非転写領域の半透光部に、解像限界以下の透光部を多数配列することにより露光光を遮光させる遮光領域を設けたハーフトーン型位相シフトマスクにおいて、該ハーフトーン型位相シフトマスクをレティクルとして投影光の照射領域をできるだけレティクルの転写領域に規制するオーバーチャージを有するステッパーに装着して繰り返しパターン転写を行う場合において、ハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域の像を転写像とし、オーバーチャージを通過して転写領域からはみ出して投影光が照射される可能性のある非転写領域をはみ出し領域とし、このはみ出し領域の被転写体上の像をはみ出し像とそれぞれしたとき、互いに隣接する転写像のはみ出し像が重なることによって実質的に露光に寄与する露光量に達する可能性のあるはみ出し領域又は該はみ出し領域とその近傍の領域のみに前記遮光領域を設けるようにしたことを特徴とする構成としたことにより、遮光領域の形成範囲を必要最少限に押さえつつ、オーバーチャージの光通過領域とハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域との間に多少のずれがあった場合にも、このずれに基づく露光の欠陥が生ずるおそれを効果的に防止することを可能にし、これによって、欠陥の検出が困難な領域を低減して、欠陥保証に対する信頼性が高く、パターン転写の際に不要なパターンが転写することを防止できるハーフトーン型位相シフトマスクを得ているものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの平面図である。

【図2】図1における遮光領域6の部分拡大図である。

【図3】図1におけるB-B線における断面図である。

【図4】一実施例にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図5】一実施例のハーフトーン型位相シフトマスクを使用して繰返し転写した際の互いに隣接する転写像のはみ出し像が重なる様子の説明図である。

【図6】一実施例にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの変形例の平面図である。

【図7】従来の位相シフトマスクの断面図である。

【図8】図7におけるA矢視図である。

【図9】はみ出し露光部が重なる現象を示す説明図である。

【図10】遮光領域を半透光部に多数の微小透光部で構成したハーフトーン型位相シフトマスクの説明図。

【符号の説明】

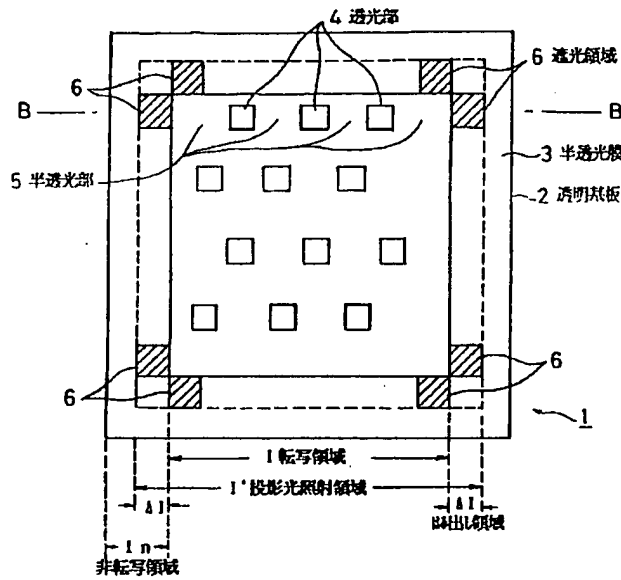
13

14

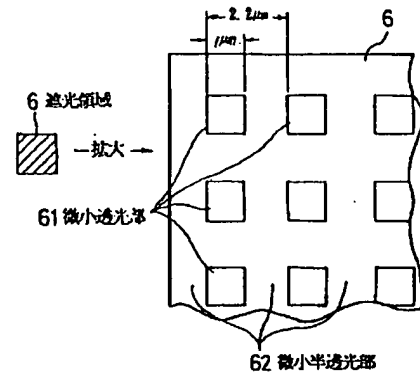
1…ハーフトーン型位相シフトマスク、2…透明基板、
3…半透光膜、4…透光部、5…半透光部、6…遮光領

域、7…アパーチャー、61…微小透光部、62…微小半透光部。

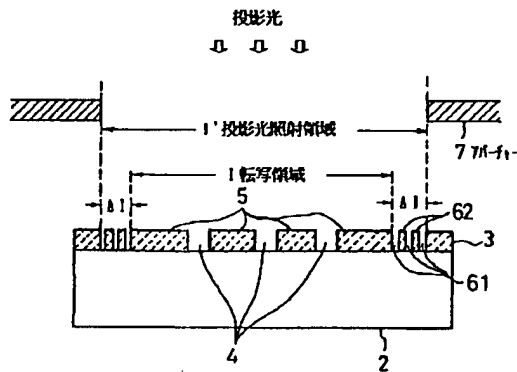
【図1】



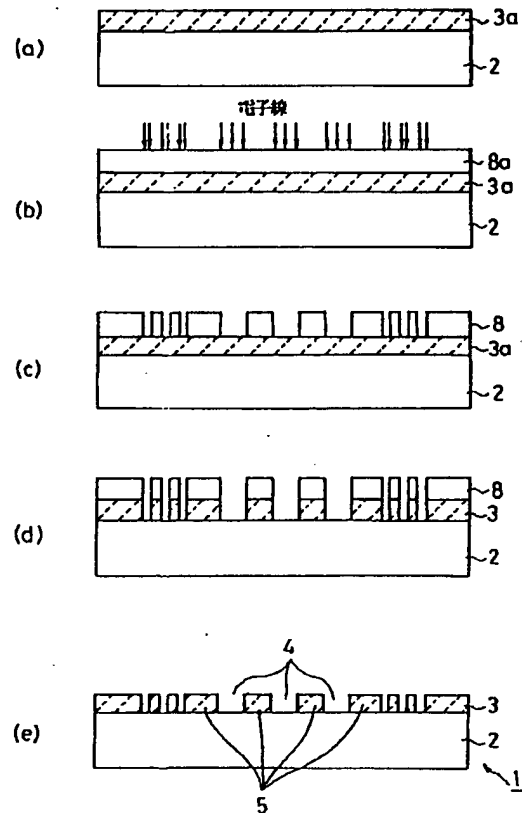
【図2】



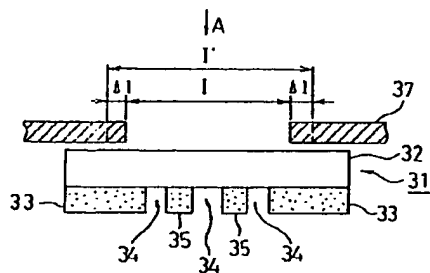
【図3】



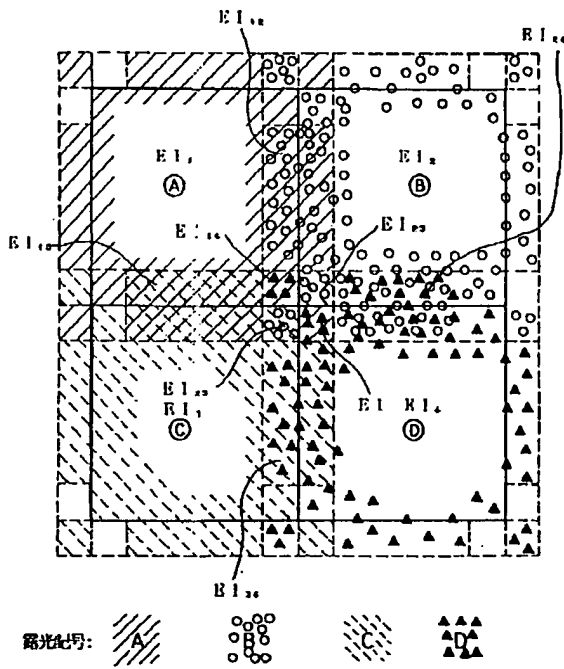
【図4】



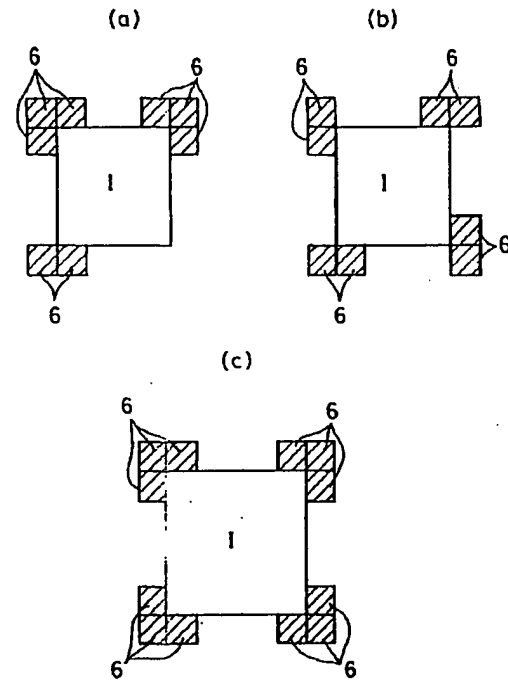
【図7】



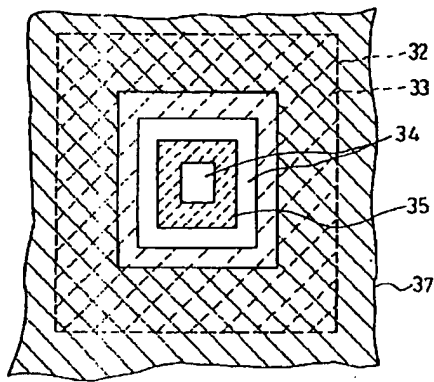
【図5】



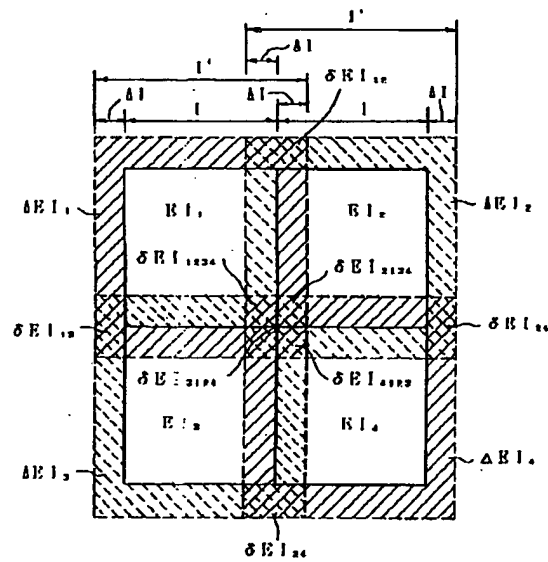
【図6】



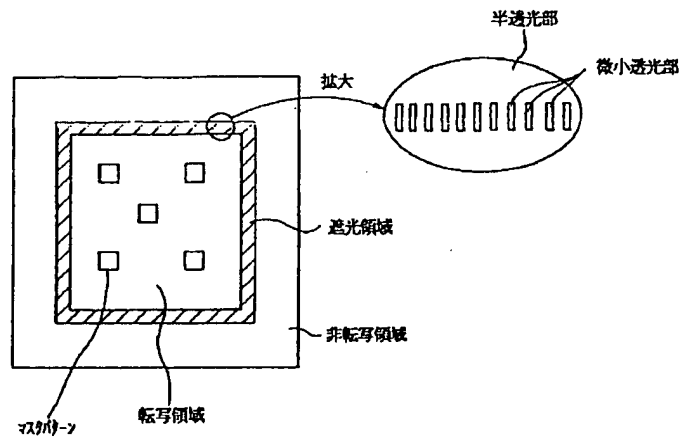
【図8】



【図9】



【図 1 0】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

7352-4M

H 0 1 L 21/30

5 2 8